ỨNG DỤNG PHẦN MỀM SAP2000 v9 TRONG TÍNH TOÁN ỔN ĐỊNH KẾT CẤU THÉP

THE APPLICATION OF STRUCTURAL ANALYSIS PROGRAM FOR CALCULATING STABLE OF STEEL CONSTRUCTION

ThS. PHẠM DUY HOÀNG

Khoa Công trình thủy, Trường ĐHHH

Tóm tắt:

SAP 2000 v9 là một phần mềm phân tích và tính toán thiết kế kết cấu được sản suất bởi tập đoàn Computers and Structures, Inc. Từ quá trình mô hình kết cấu, phân tích, tính toán và thiết kế đến khâu đánh giá ổn định động lực học kết cấu đều được lập trình một cách đầy đủ và có hệ thống dành cho các dạng kết cấu tổng quát như các dạng kết cấu cầu, các dạng kết cấu tháp chứa, các dạng kết cấu ngoài khơi (chịu tải trong sóng), các dạng khung nhà cao tầng tổng quát, mô hình đất đá tổng quát và các dạng kết cấu khác.

Abstract:

SAP2000 v9 is software packages from Computers and Structures, Inc for Structural analysis anhd design. It's a fully integrated system for modeling, analyzing, designing, and optimizing structures for general structures , including bridges, towers, offshore structures (under offshore/wave load), buildings, soils and many others.

1. Đặt vấn đề

Hiện nay việc xây dựng và khai thác các công trình kết cấu bằng thép đang có xu hướng ngày càng phát triển. Đã có rất nhiều các phần mềm tính toán khung thép chuyên dụng để tính toán cho các kết cấu thép khung nhà công nghiệp. Tuy nhiên tùy thuộc vào mức độ chịu tác động, quy mô cấp công trình và tầm quan trọng ta vẫn có thể áp dụng phần mềm SAP 2000 v9 để tự động tính toán ổn định của các kết cấu thép như khung nhà công nghiệp, công trình ngoài khơi…

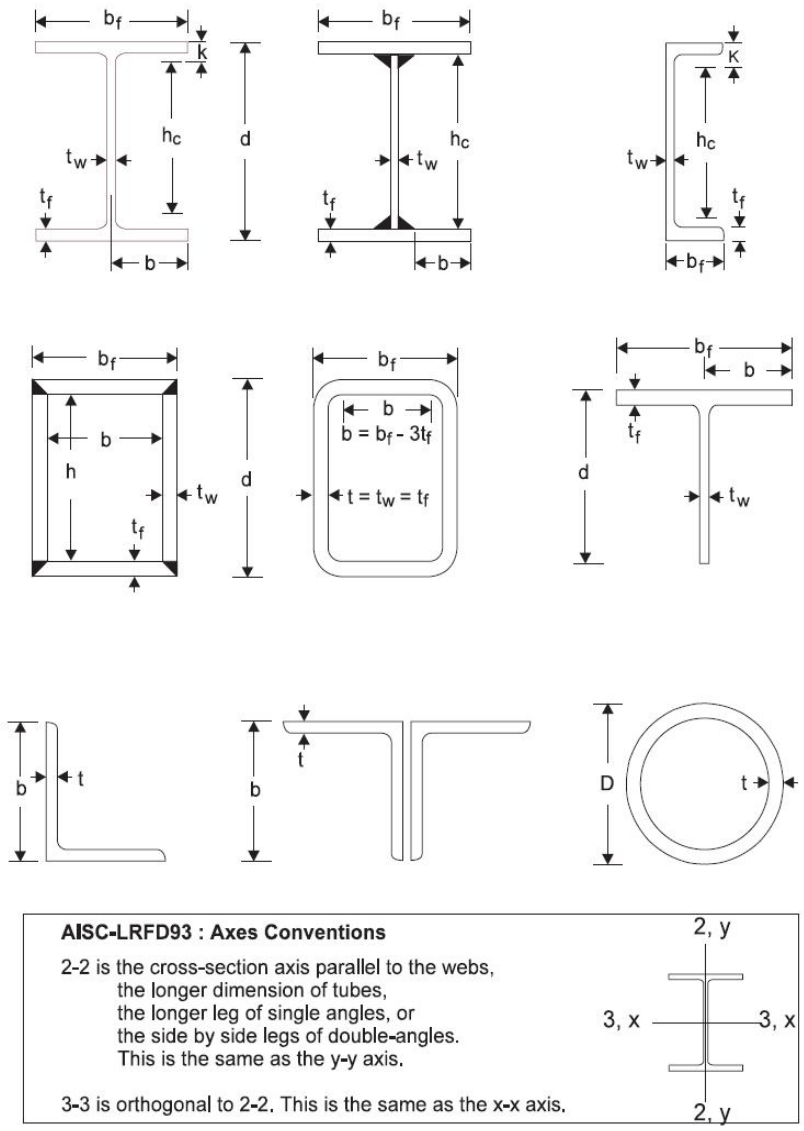
2. Lý thuyết tính toán

Độ ổn định kết cấu thép được đánh giá theo tiêu chuẩn AISC-LRFD93, lực nén tới hạn P_n phụ thuộc vào tỷ lệ độ mảnh $\frac{Kl}{r}$ và giá trị tới hạn λ_c trong đó:

$$\frac{Kl}{r} = \left\{ \frac{K_{33} l_{33}}{r_{33}}, \frac{K_{22} l_{22}}{r_{22}} \right\}$$

$$\lambda_c = \frac{Kl}{r\pi} \sqrt{\frac{F_y}{E}} \qquad \text{(LRFD E2-4, SAM 4)}$$

Đối với thép góc, bán kính nhỏ nhất r_2 được dùng để thay thế r_{22} và r_{33} trong tính toán $\frac{Kl}{r}$



Hình 1. Đặc trưng mặt cắt ngang

Lực nén tới hạn trên các tiết diện ngang đặc hoặc rỗng được xác định như sau:

$P_n = A_g F_{cr}$ (LRFD E2-1)

$F_{cr} = 0{,}658^{\lambda_c^2} F_y$ với $\lambda_c \leq 1{,}5$ (LRFD E2-2)

$$F_{cr} = \left[\frac{0{,}877}{\lambda_c^2}\right] F_y \text{ với } \lambda_c > 1{,}5 \quad \text{(LRFD E2-3)}$$

Fy: giới hạn chảy của vật liệu

Lực nén tới hạn trên các tiết diện mảnh được xác định như sau:

$P_n = A_g F_{cr}$ (LRFD A-B3d, SAM 4)

$F_{cr} = Q\left(0{,}658^{Q\lambda_c^2}\right) F_y$ với $\lambda_c \sqrt{Q} \leq 1{,}5$ (LRFD A-B5-15, SAM 4-1)

$$F_{cr} = \left[\frac{0{,}877}{\lambda_c^2}\right] F_y \text{ với } \lambda_c \sqrt{Q} > 1{,}5 \qquad \text{(LRFD A-B5-16, SAM 4-2)}$$

Hệ số thu hẹp Q cho mọi tiết diện ngang đặc hoặc rỗng được lấy bằng 1. Còn đối với tiết diện mảnh được lấy như sau:

$Q = Q_s Q_a$

Q_s: hệ số thu hẹp cho các phần tử mảnh không được gia cường

Q_a: hệ số thu hẹp cho các phần tử mảnh được gia cường

Section Type	Reduction Factor for Unstiffened Slender Elements (Q_s)	Equation Reference
I-SHAPE	$Q_s = \begin{cases} 1.0, & \text{if } b_f/2t_f \le 95/\sqrt{F_y}, \\ 1.415 - 0.00437[b_f/2t_f]\sqrt{F_y}, & \text{if } 95/\sqrt{F_y} < b_f/2t_f < 176/\sqrt{F_y}, \\ 20{,}000/\{[b_f/2t_f]^2 F_y\}, & \text{if } b_f/2t_f \ge 176/\sqrt{F_y}. \end{cases}$ (rolled)	LRFD A-B5-5, LRFD A-B5-6
	$Q_s = \begin{cases} 1.0 & \text{if } b_f/2t_f \le 109/\sqrt{F_y/k_c}, \\ 1.415 - 0.00381[b_f/2t_f]\sqrt{F_y/k_c} & \text{if } 109/\sqrt{F_y/k_c} < b_f/2t_f < 200/\sqrt{F_y/k_c}, \\ 26{,}200\,k_c/\{[b_f/2t_f]^2 F_y\} & \text{if } b_f/2t_f \ge 200/\sqrt{F_y/k_c}. \end{cases}$ (welded)	LRFD A-B5-7, LRFD A-B5-8
BOX	$Q_s = 1$	LRFD A-B5.3d
CHANNEL	As for I-shapes with $b_f/2t_f$ replaced by b_f/t_f.	LRFD A-B5-5, LRFD A-B5-6, LRFD A-B5-7, LRFD A-B5-8
T-SHAPE	For flanges, as for flanges in I-shapes. For web see below. $Q_s \le \begin{cases} 1.0, & \text{if } d/t_w \le 127/\sqrt{F_y}, \\ 1.908 - 0.00715[d/t_w]\sqrt{F_y}, & \text{if } 127/\sqrt{F_y} < d/t_w < 176/\sqrt{F_y}, \\ 20{,}000/\{[d/t_w]^2 F_y\}, & \text{if } d/t_w \ge 176/\sqrt{F_y}. \end{cases}$	LRFD A-B5-5, LRFD A-B5-6, LRFD A-B5-7, LRFD A-B5-8, LRFD A-B5-9, LRFDA-B5-10
DOUBLE-ANGLE (Separated)	$Q_s = \begin{cases} 1.0, & \text{if } b/t \le 76/\sqrt{F_y}, \\ 1.340 - 0.00447[b/t]\sqrt{F_y}, & \text{if } 76/\sqrt{F_y} < b/t < 155/\sqrt{F_y}, \\ 15{,}500/\{[b/t]^2 F_y\}, & \text{if } b/t \ge 155/\sqrt{F_y}. \end{cases}$	LRFD A-B5-3, LRFD A-B5-4
ANGLE	$Q_s = \begin{cases} 1.0, & \text{if } b/t \le 0.446\sqrt{F_y/E}, \\ 1.34 - 0.761[b/t]\sqrt{F_y/E}, & \text{if } 0.446\sqrt{F_y/E} < b/t < 0.910\sqrt{F_y/E}, \\ 0.534/\{[b/t]^2[F_y/E]\}, & \text{if } b/t \ge 0.910\sqrt{F_y/E}. \end{cases}$	LRFD SAM4-3
PIPE	$Q_s = 1$	LRFD A-B5.3d
ROUND BAR	$Q_s = 1$	LRFD A-B5.3d
RECTAN-GULAR	$Q_s = 1$	LRFD A-B5.3d
GENERAL	$Q_s = 1$	LRFD A-B5.3d

Bảng 1. Hệ số thu hẹp Q_s của các phần tử mảnh không được gia cường

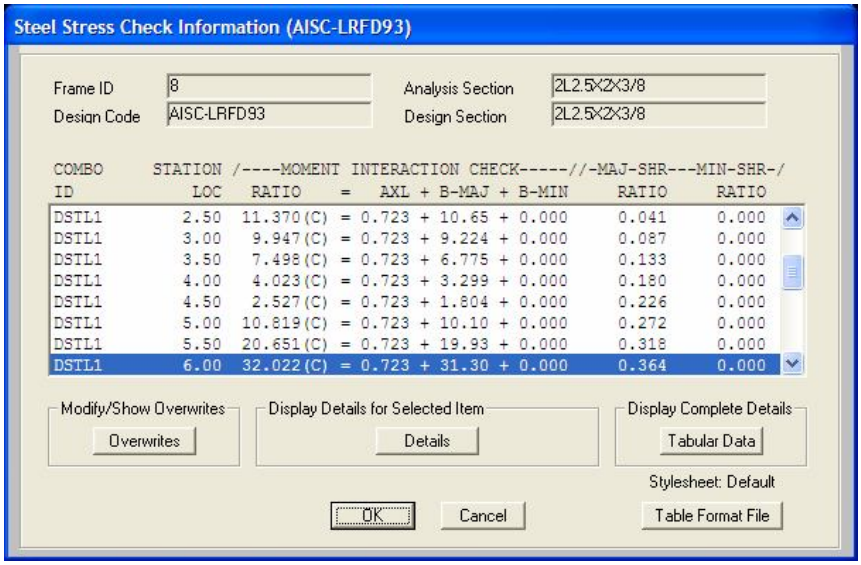
Section Type	Effective Width for Stiffened Sections	Equation Reference
I-SHAPE	$h_e = \begin{cases} h, & \text{if } \frac{h}{t_w} \le \frac{253}{\sqrt{f}}, \\ \frac{326\,t_w}{\sqrt{f}}\left[1 - \frac{57.2}{(h/t_w)\sqrt{f}}\right], & \text{if } \frac{h}{t_w} > \frac{253}{\sqrt{f}}. \end{cases}$ (compression only, $f = \frac{P}{A_g}$)	LRFD A-B5-12
BOX	$h_e = \begin{cases} h, & \text{if } \frac{h}{t_w} \le \frac{253}{\sqrt{f}}, \\ \frac{326\,t_w}{\sqrt{f}}\left[1 - \frac{57.2}{(h/t_w)\sqrt{f}}\right], & \text{if } \frac{h}{t_w} > \frac{253}{\sqrt{f}}. \end{cases}$ (compression only, $f = \frac{P}{A_g}$)	LRFD A-B5-12
	$b_e = \begin{cases} b, & \text{if } \frac{b}{t_f} \le \frac{238}{\sqrt{f}}, \\ \frac{326\,t_f}{\sqrt{f}}\left[1 - \frac{64.9}{(b/t_f)\sqrt{f}}\right], & \text{if } \frac{b}{t_f} > \frac{238}{\sqrt{f}}. \end{cases}$ (compr. or flexure, $f = F_y$)	LRFD A-B5-11
CHANNEL	$h_e = \begin{cases} h, & \text{if } \frac{h}{t_w} \le \frac{253}{\sqrt{f}}, \\ \frac{326\,t_w}{\sqrt{f}}\left[1 - \frac{57.2}{(h/t_w)\sqrt{f}}\right], & \text{if } \frac{h}{t_w} > \frac{253}{\sqrt{f}}. \end{cases}$ (compression only, $f = \frac{P}{A_g}$)	LRFD A-B5-12
T-SHAPE	$b_e = b$	LRFD A-B5.3b
DOUBLE-ANGLE (Separated)	$b_e = b$	LRFD A-B5.3b
ANGLE	$b_e = b$	LRFD A-B5.3b
PIPE	$Q_a = \begin{cases} 1, & \text{if } \frac{D}{t} \le \frac{3{,}300}{F_y}, \\ \frac{1{,}100}{(D/t)F_y} + \frac{2}{3}, & \text{if } \frac{D}{t} > \frac{3{,}300}{F_y}. \end{cases}$ (compression only)	LRFD A-B5-13
ROUND BAR	Not applicable	—
RECTAN-GULAR	$b_e = b$	LRFD A-B5.3b
GENERAL	Not applicable	—

Bảng 2. Bề rộng làm việc hữu hiệu của tiết diện mảnh được gia cường

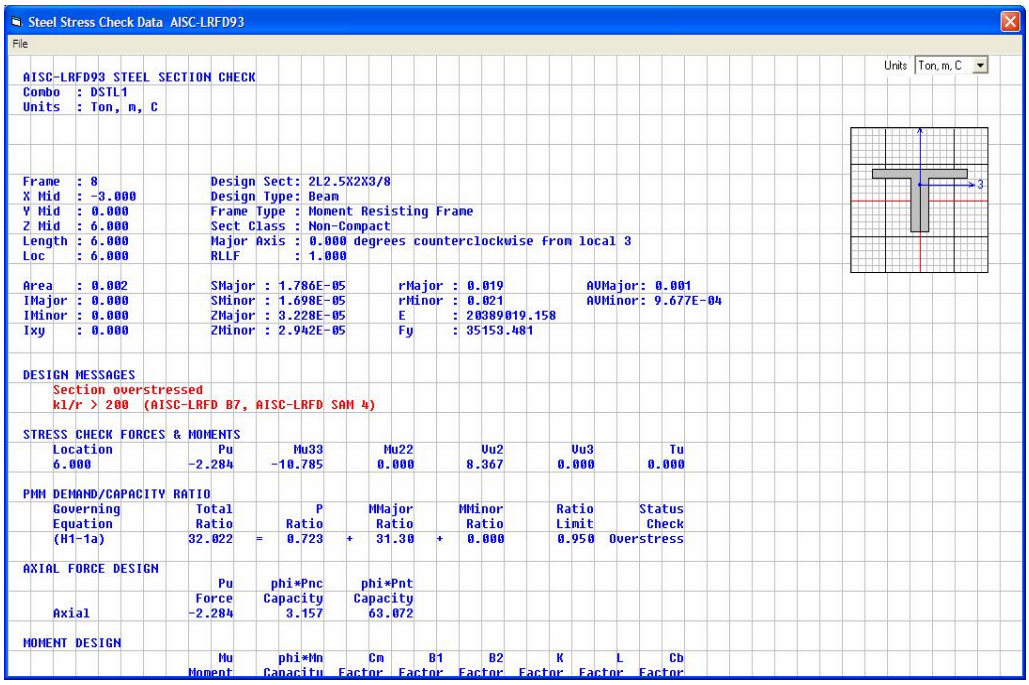
3. Các thao tác khai báo cơ bản

Kiểm tra kết cấu:

Design - Steel frame design – start design\check of structural



Hình 2. Kiểm tra ổn định kết cấu (hiển thị của một phần tử)



Hình 3. Chi tiết kết quả

4. Kết luận

Phần mềm SAP2000 v9 là một phần mềm tính toán phân tích kết cấu hết sức hữu ích và đã được ứng dụng để tính toán các kết cấu thép khung nhà công nghiệp, kết cấu cầu, kết cấu ngoài khơi (offshore Structures)….với kết quả tin cậy

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Kết cấu thép. Tiêu chuẩn thiết kế TCVN 5575:1991. Tuyển tập tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam – 1997.

[2]. Computers and Structures, Inc, Berkeley: SAP 2000 – SAP STEEL , January 2003.

[3]. Computers and Structures, Inc, Berkeley: SAP 2000 – TECHNICAL NOTE CALCULATION OF WAVE LOAD VALUES, January 2003.

[4]. Computers and Structures, Inc, Berkeley: SAP 2000 – AUTOMATIC WAVE LOADS, January 2003.

[5]. Computers and Structures, Inc, Berkeley: SAP 2000 – ANALYSIS REFERENCES, January 2003.

[6]. Computers and Structures, Inc, Berkeley: SAP 2000 – BASIC ANALYSIS REFERENCES, January 2003.

[7]. Computers and Structures, Inc, Berkeley: SAP 2000 – DATABASE DOCUMENTATION, January 2003.

[8].OCDI. Technical Standards of Port and Harbour facilities in Japan.

[9].US. Army Corps of Engineerings. Coastal Engineering Manual 2000.

[10].BS.6349. British Standard code of Practice of Maritime structures 1984 and 2000.

Người phản biện: TS. Đào Văn Tuấn